

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-43245

(P2000-43245A)

(43) 公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 4 1 J	2/01	B 4 1 J 3/04	1 0 1 Z 2 C 0 5 6
	2/205		1 0 3 X 2 C 0 5 7
	2/045		1 0 3 A
	2/055		

審査請求 未請求 請求項の数47 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-217580

(22) 出願日 平成10年7月31日 (1998.7.31)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 納 浩史

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100072590

弁理士 井桁 貞一

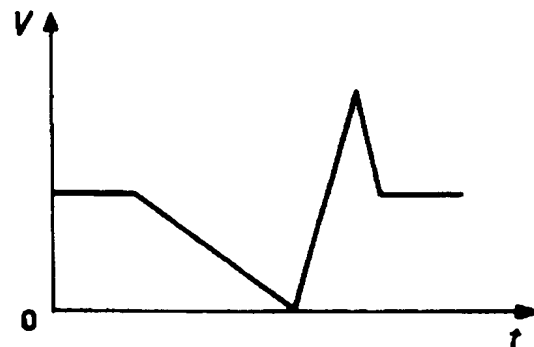
Fターム(参考) 2C056 EA04 EA25 EC03 EC04 EC08  
EC38 EC41 FA04  
2C057 AF39 AF54 AG44 AM03 AM04  
AM18 AR16 BA04 BA14 CA01

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録装置及びインクジェット記録方法

(57) 【要約】

【課題】 常時圧電素子に電圧を印加しておく方式のインクジェット記録構成において、インク粒量の制御性を落とさずに、電圧に対する圧電素子のストレスを抑えると共に、待機時における消費電力を低下させようとするものである。

【解決手段】 駆動波形供給装置から出力される駆動波形  $V_{out1}$ 、 $V_{out2}$ 、 $V_{out3}$  のうちの1つを、駆動周期の一周期内に変極点を2つ有する心拍波形とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2種以上の駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクのノズルメニスカスを変動せしめることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形供給装置から供給される駆動波形の少なくとも1種類が駆動周期の一周期内に変極点を2つ以上有することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項2】 請求項1記載のインクジェット記録装置において、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に所定の電圧が印加されており、且つ前記変極点の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも低く、他の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも高いことを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録装置。

【請求項3】 2種以上の駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクに加わる圧力を変動せしめることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室内のインクの圧力変動の変極点が2つ以上になるように設定することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項4】 請求項3記載のインクジェット記録装置において、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室内に充填されたインクに所定の圧力が付加されており、且つ圧力変動の前記変極点の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも低く、他の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも高いことを特徴とする請求項3記載のインクジェット記録装置。

【請求項5】 2種以上の駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、インクの充填された内部容積を変動せしめることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室の内部容積変動の変極点が2つ以上になるように設定することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項6】 請求項5記載のインクジェット記録装置において、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室の内部容積が一定に保たれており、且つ内部容積変動の前記変極点の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも広く、他の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも狭いことを特徴とする請求項5記載のインクジェット記録装置。

【請求項7】 供給された駆動波形に応じて変形する変形装置により、インクのノズルメニスカスを変動させることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、供給される駆動波形の少なくとも1種類が駆動周期の一周期内に変極点を2つ以上有することを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項8】 請求項7記載のインクジェット記録方法において、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に所定の電圧が印加されており、且つ前記変極点の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも低く、他の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも高いことを特徴とする請求項7記載のインクジェット記録方法。

【請求項9】 供給された駆動波形に応じて変形する変形装置により、圧力室内に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室内のインクの圧力変動の変極点が2つ以上になるように設定することを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項10】 請求項9記載のインクジェット記録方法において、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室内に充填されたインクに所定の圧力が付加されており、且つ圧力変動の前記変極点の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも低く、他の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも高いことを特徴とする請求項9記載のインクジェット記録方法。

【請求項11】 供給された駆動波形に応じて変形する変形装置により、インクの充填された圧力室内の容積を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室の内部容積変動の変極点が2つ以上になるように設定することを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項12】 請求項11記載のインクジェット記録方法において、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室の内部容積が一定に保たれており、且つ内部容積変動の前記変極点の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも広く、他の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも狭いことを特徴とする請求項11記載のインクジェット記録方法。

【請求項13】 駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、所定の周期毎に

前記変形装置を待機状態に復帰させるための初期化装置を、前記スイッチング装置に設けることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 14】 駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、所定の周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させるための初期化装置を、前記スイッチング装置に設けることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 15】 駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、インクの充填された内部容積を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、所定の周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させるための初期化装置を、前記スイッチング装置に設けることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項 16】 請求項 13 乃至 15 記載のインクジェット記録装置において、前記スイッチング装置に、複数の駆動波形から 1 つを選択可能な多入力出力のアナログスイッチング素子を有しており、前記初期化装置により該アナログスイッチング素子の 1 つを強制的に ON することを特徴とする請求項 13 乃至 15 記載のインクジェット記録装置。

【請求項 17】 請求項 13 乃至 16 記載のインクジェット記録装置において、前記初期化装置の起動を印字データのラッチパルスに同期して行うことを特徴とする請求項 13 乃至 16 記載のインクジェット記録装置。

【請求項 18】 請求項 13 乃至 17 記載のインクジェット記録装置において、所定の電圧に充電することで前記変形装置を待機状態に復帰させることを特徴とする請求項 13 乃至 17 記載のインクジェット記録装置。

【請求項 19】 印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、インクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、所定の周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させることを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項 20】 印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、圧力室内に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、所定の周期毎に前記変形装置

を待機状態に復帰させることを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項 21】 印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、インクの充填された圧力室内の容積を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、所定の周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させることを特徴とするインクジェット記録方法。

10 【請求項 22】 請求項 19 乃至 21 記載のインクジェット記録方法において、印字データのラッチパルスに同期して、前記変形装置を待機状態に復帰させることを特徴とする請求項 19 乃至 21 記載のインクジェット記録方法。

【請求項 23】 請求項 19 乃至 22 記載のインクジェット記録方法において、所定の電圧に充電することで前記変形装置を待機状態に復帰させることを特徴とする請求項 19 乃至 22 記載のインクジェット記録方法。

20 【請求項 24】 駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により内部に充填されたインクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形供給装置から各変形装置に供給される駆動波形が少なくとも 2 種類以上あり、その内の少なくとも 1 つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能なサブ波形を有しており、その内の 1 つ若しくは複数を前記スイッチング装置により選択できるようにすることを特徴とするインクジェット記録装置。

30 【請求項 25】 請求項 24 記載のインクジェット記録装置において、前記サブ波形が、夫々異なったインク噴射量となるように設定された駆動波形であることを特徴とする請求項 24 記載のインクジェット記録装置。

【請求項 26】 請求項 24 乃至 25 記載のインクジェット記録装置において、前記サブ波形を、インク噴射速度の遅いものから順にセットすることを特徴とする請求項 24 乃至 25 記載のインクジェット記録装置。

40 【請求項 27】 請求項 26 記載のインクジェット記録装置において、前記サブ波形を、インク噴射量の少ないものから順にセットすることを特徴とする請求項 26 記載のインクジェット記録装置。

【請求項 28】 駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により内部に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、振幅の異なる圧力変動が少な

くとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能な振幅の圧力変動を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を前記スイッチング装置により設定できるようにすることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項29】 請求項28記載のインクジェット記録装置において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記圧力変動が、夫々異なったインク噴射量となるように振幅設定された圧力変動であることを特徴とする請求項28記載のインクジェット記録装置。

【請求項30】 請求項28乃至29記載のインクジェット記録装置において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記圧力変動を、インク噴射速度の遅いものから順にセットすることを特徴とする請求項28乃至29記載のインクジェット記録装置。

【請求項31】 請求項30記載のインクジェット記録装置において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記圧力変動を、インク噴射量の少ないものから順にセットすることを特徴とする請求項30記載のインク

10

ジェット記録装置。

【請求項32】 駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形によりインクの充填された内部容積を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、振れ幅の異なる内部容積変動が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射

30

が可能な内部容積変動を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を前記スイッチング装置により設定できるようにすることを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項33】 請求項32記載のインクジェット記録装置において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記内部容積変動が、夫々異なったインク噴射量となるように振れ幅の設定された内部容積変動であることを特徴とする請求項32記載のインクジェット記録装置。

40

【請求項34】 請求項32乃至33記載のインクジェット記録装置において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記内部容積変動を、インク噴射速度の遅いものから順にセットすることを特徴とする請求項32乃至33記載のインクジェット記録装置。

【請求項35】 請求項34記載のインクジェット記録装置において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記内部容積変動を、インク噴射量の少ないものから順にセットすることを特徴とする請求項34記載のインクジェット記録装置。

50

【請求項36】 印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、インクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、各変形装置に供給される駆動波形が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能なサブ波形を有しており、その内の1つ若しくは複数を選択可能にすることを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項37】 請求項36記載のインクジェット記録方法において、前記サブ波形が、夫々異なったインク噴射量となるように設定された駆動波形であることを特徴とする請求項36記載のインクジェット記録方法。

【請求項38】 請求項36乃至37記載のインクジェット記録方法において、前記サブ波形を、インク噴射速度の遅いものから順にセットすることを特徴とする請求項36乃至37記載のインクジェット記録方法。

【請求項39】 請求項38記載のインクジェット記録方法において、前記サブ波形を、インク噴射量の少ないものから順にセットすることを特徴とする請求項38記載のインクジェット記録方法。

【請求項40】 印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、圧力室内に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、振幅の異なる圧力変動が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能な振幅の圧力変動を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を設定できるようにすることを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項41】 請求項40記載のインクジェット記録方法において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記圧力変動が、夫々異なったインク噴射量となるように振幅設定された圧力変動であることを特徴とする請求項40記載のインクジェット記録方法。

【請求項42】 請求項40乃至41記載のインクジェット記録方法において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記圧力変動を、インク噴射速度の遅いものから順にセットすることを特徴とする請求項40乃至41記載のインクジェット記録方法。

【請求項43】 請求項42記載のインクジェット記録方法において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記圧力変動を、インク噴射量の少ないものから順にセットすることを特徴とする請求項42記載のインクジェット記録方法。

【請求項44】 印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、インクの充填された圧力室内の容積

を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法において、振れ幅の異なる内部容積変動が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能な内部容積変動を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を設定できるようにすることを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項45】 請求項44記載のインクジェット記録方法において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記内部容積変動が、夫々異なったインク噴射量となるように設定された内部容積変動であることを特徴とする請求項44記載のインクジェット記録方法。

【請求項46】 請求項44乃至45記載のインクジェット記録方法において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記内部容積変動を、インク噴射速度の遅いものから順にセットすることを特徴とする請求項44乃至45記載のインクジェット記録方法。

【請求項47】 請求項46記載のインクジェット記録方法において、一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された前記内部容積変動を、インク噴射量の少ないものから順にセットすることを特徴とする請求項46記載のインクジェット記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリンタ、プロッタ、ファクシミリや複写機等の文字・画像の印字記録用に使用されるオンデマンド方式のインクジェット記録装置及びインクジェット記録方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のオンデマンド方式のインクジェット型プリントヘッドは、ノズル、圧力室、インク供給系、インクタンク、圧電素子を備え、圧電素子で発生した変位・圧力を圧力室に伝達することによって、ノズルからインク粒子を噴射させ、紙等の記録媒体上に文字、絵や写真等の画像を記録する。

【0003】インクジェット記録において印字手段は通常2値であるため、中間階調を表現する方法として、ディザ法、誤差拡散法等を用いている。しかしディザ法では中間階調数を多く取ろうとすると、単位画素を構成するためのドット数が増加することになる。そのため解像度が低下することになる。誤差拡散法では、明度の高い部分でドットの縞模様が見た目に画質を大きく劣化させる。ディザ法や誤差拡散法で前述の画質劣化要因をなくすためには解像度を高くすれば良いが、装置のコストが高くなる。

【0004】別の中間階調を表現する方法としては、2値印字を行う装置で同じ画素を複数回重ねて印字を行うことで、ドットの濃度を上げる方法がある。その際噴射するインク粒量を重ね印字（重ね打ち）しない時と同量にすると、1画素あたりに使用するインク量が過剰にな

り、にじみ等を生じて画像品質低下を引き起こす。そのため、重ね打ち時にインク粒量を少なくして、更に重ね打ちする回数を増やすことになる。しかし重ね打ち回数を多くすると印字速度が低下することになる。

【0005】更に別のアプローチとして、インクジェットヘッドのノズルから噴射されるインク粒量を変化させて中間階調を表現する方法がある。そのような方法を実現する手段としては、インクジェットヘッドのノズル口径を変える方法が物理的には可能であるが、そのようなインクジェットヘッドの作成には、非常に高精度な微細加工が要求され、コスト的にも不利である。

【0006】これらの問題を解決する方法として、圧電素子に印加する駆動波形を制御することにより圧力室内の圧力を制御し、結果的にインク粒量を制御する方法が考案された。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記方法によりインク粒量を制御するために圧電素子に電圧を印加する方法は、大別すると2通りあり、そのうち常時圧電素子に電圧を印加しておく方式では、電圧に対するストレスが大きく（高い電圧がかかり続けることによって圧電素子の絶縁性が低下してくる等）、ストレスを抑えるために電圧を低くすると、インク粒量の制御性が悪くなるという問題がある。また待機状態でも高い電圧をかけ続けるために、消費電力面でも問題になる。

【0008】またアナログスイッチを用いて圧電素子に駆動波形を供給する構成では、長時間に亘って印字作動に寄与しなかった圧電素子は、充電されていた電荷が放電により抜けて、待機状態を維持できなくなる。そのため、印字作動が再開された時に、再充電により駆動波形の立ち上がり急峻になり、それが原因で、不要なインクを噴出したり、インク噴射が不安定になるといった問題があった。

【0009】一方中間調の階調数を増やすためには、ディザ法や誤差拡散法等を併用することになるが、更にドット毎の階調数を増やすことが効果的である。しかし、そのためには同時に供給する駆動波形の種類を増やしてやる必要があり、図9に示すような回路構成によりそれを行おうとすれば、階調数に応じた駆動波形発生回路とスイッチング素子が必要となって、回路的に複雑になり、コスト的にも問題がある。

【0010】本発明は従来技術の以上のような問題に鑑み創案されたもので、その第1の目的は、常時圧電素子に電圧を印加しておく方式のインクジェット記録装置乃至その方法の構成において、インク粒量の制御性を落とさずに、電圧に対する圧電素子のストレスを抑え、共に、待機時における消費電力を低下せしめんとするものである。

【0011】また本願発明の第2の目的は、アナログスイッチが用いられて圧電素子に駆動波形が供給される構

成で、長時間に亘って印字作動に寄与しなかった圧電素子でも、待機状態を維持できるようにし、不要なインクを噴出せず、またインク噴射を安定化できるようにせんとするものである。更に本願発明の第3の目的は、簡単な回路構成で、同時に供給する駆動波形の種類を増やして、中間諧調表現をより豊かになるようにせんとするものである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の構成を詳述する前に、その前提となる構成を以下に説明する。インク粒量を制御するためには、圧力室内の圧力とメニスカスを制御することになる。具体的には圧力を減じてメニスカスをノズル面から引き込み、その後急激に加圧してインクを噴射する。この時のメニスカスの引き込み量、加圧時の圧力変動と加圧時間がインクの噴射速度とインク粒量に反映される。この圧力変動は、圧電素子の動き、即ち圧電素子に印加する駆動電圧波形によりコントロールすることができる。圧電素子に電圧を印加する方法には、上述のように2通りあり、図10(a)は、電圧印加で圧電素子が縮んで減圧状態となる構成の印字ヘッドの場合であり、その駆動波形は同図のように、三角波形になる。他方、電圧印加で圧電素子が伸びて加圧状態となる構成の印字ヘッドの場合は、同図(b)のように、逆三角形の駆動波形となる。本発明の上記課題は、このうち、後者の構成の場合に生ずるものであり、そのため本発明の構成は、逆三角形の駆動波形を印加する後者の構成を前提としている。

【0013】請求項1乃至12の構成は、上記第1の目的に対応するものであり、そのうち請求項1から6までの構成は、インクジェット記録装置の構成、又請求項7から12までは、上記装置の構成に対応するインクジェット記録方法の構成である。

【0014】請求項1のインクジェット記録装置の構成は、2種以上の駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクのノズルメニスカスを変動せしめることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形供給装置から供給される駆動波形の少なくとも1種類が駆動周期の一周期内に変極点を2つ以上有することを特徴としている。上記駆動波形供給装置は、DA変換器などを有する特定の回路で構成されるものであっても良いが、ソフトウェアによるコントロールで駆動波形を供給できるような構成であっても良いことは言うまでもない（他の各請求項についても同じ）。また変形装置の具体的構成としては、後述するように、圧電素子（或いは圧電素子）等があるが、これに限定されるわけではない（後述するように、他の各請求項についても同じ）。

【0015】このように、駆動波形供給装置から供給さ

れる駆動波形の少なくとも1種類が駆動周期の一周期内に変極点を2つ以上設けることで、待機時に圧電素子等の変形装置に印加する電圧を抑えて、該装置へのストレスの低減と、待機時における消費電力の低下を達成すると共に、インク噴射時には十分な振幅を得て、インク粒量の制御性を確保できるようになる。

【0016】また一駆動周期内に2つ以上の変極点を有する駆動波形の一例としては、図1に示す変極点2つの典型的な波形例の他、上記駆動波形の条件を満たすものであれば特に限定はない。

【0017】上記構成では、変形装置の変形によって、インクのノズルメニスカスを変動させ、メニスカスを一旦ノズル面から引き込んだ後、急激に押し出させてインクを噴射する構成の場合について説明したが、変形装置の変形によってノズルメニスカスの変動が起こった場合、通常は、圧力室内部に充填されたインクに加わる圧力も変動することになる。請求項3の構成は、そのような圧力の変動に対応した請求項1の構成と同様な構成につき提案したもので、その具体的な構成は、2種以上の駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクに加わる圧力を変動せしめることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室内のインクの圧力変動の変極点（圧力変動の傾き符号が反転する点）が2つ以上になるように設定することを特徴としている。即ち請求項1の構成では、駆動波形の特殊な波形形状を規定しているが、本請求項3の構成では、駆動波形の駆動周期の一周期内におけるインクの圧力変動の変極点を対象として規定している。

【0018】同様なことは、変形装置の変形によって、インクの充填された圧力室の内部容積を変動せしめる場合についても言え、請求項5の構成は、そのような内部容積の変動に対応した請求項1の構成と同様な構成につき提案したもので、その具体的な構成は、2種以上の駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、インクの充填された内部容積を変動せしめることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室の内部容積変動の変極点（内部容積変動の傾き符号が反転する点）が2つ以上になるように設定することを特徴としている。即ち駆動波形の特殊な波形形状を規定している請求項1の構成に対し、本請求項5の構成では、駆動波形の駆動周期の一周期内における圧力室の内部容積変動の変極点を対象として規定している。

【0019】また上記いずれの構成でも、待機時間中の変形装置に供給される駆動波形の印加電圧を下げるこ

ができることになるが、その場合特に粒量の大きなインク粒を噴射せしめる時に、その分印加電圧・圧力・内部容積の変動の十分な振幅を与える必要がある。そのため請求項1に示した駆動波形は、具体的には、請求項2のように、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に所定の電圧が印加されており、且つ駆動波形中の前記変極点の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも低く、他の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも高くなることになる。

【0020】同様に、請求項3に示した上記駆動波形に対応する圧力変動の状態は、具体的には、請求項4のように、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室内に充填されたインクに所定の圧力が付加されており、且つ圧力変動の前記変極点の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも低く、他の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも高くなることになる。

【0021】更に、請求項5に示した上記駆動波形に対応する内部容積変動の状態は、具体的には、請求項6のように、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室の内部容積が一定に保たれており、且つ内部容積変動の前記変極点の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも広く、他の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも狭い状態になる。

【0022】請求項7から12までは、上述のように、請求項1乃至6の装置構成に対応するインクジェット記録方法の構成であり、請求項1と7、請求項2と8、請求項3と9、請求項4と10、請求項5と11、請求項6と12が各対応している。

【0023】請求項7は、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置により、インクのノズルメニスカスを変動させることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象としており、供給される駆動波形の少なくとも1種類が駆動周期の一周期内に変極点を2つ以上有することを特徴としている。またこの場合の駆動波形に対応する電圧変動の状態は、具体的には、請求項8の構成のように、駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に所定の電圧が印加されており、且つ前記変極点の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも低く、他の少なくとも1点の電圧は該待機時間中の電圧よりも高くなることになる。

【0024】請求項9は、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置により、圧力室内に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象としており、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室内のインクの圧力変動の変極点が2つ以上になるように設定することを特徴としている。またこの場合の圧力変動の状態は、具体的には、請求項10の構成のように、前記駆動波形の駆

動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室内に充填されたインクに所定の圧力が付加されており、且つ圧力変動の前記変極点の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも低く、他の少なくとも1点の圧力は該待機時間中の圧力よりも高くなることになる。

【0025】請求項11は、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置により、インクの充填された圧力室内の容積を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象としており、前記駆動波形の駆動周期の一周期内で、前記圧力室の内部容積変動の変極点が2つ以上になるように設定することを特徴としている。またこの場合の内部容積変動の状態は、具体的には、請求項12の構成のように、前記駆動波形の駆動周期毎に待機時間を有し、該待機時間中に圧力室の内部容積が一定に保たれており、且つ内部容積変動の前記変極点の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも広く、他の少なくとも1点の容積は該待機時間中の内部容積よりも狭くなることになる。

【0026】請求項13乃至23の構成は、上記第2の目的に対応するものであり、そのうち請求項13から18までの構成は、インクジェット記録装置の構成、又請求項19から23までは、上記装置の構成に対応するインクジェット記録方法の構成である。

【0027】前記スイッチング装置は、所定の駆動波形を目的とする変形装置に供給させるために使用されるものであるが、該スイッチング装置としてアナログのスイッチング素子等が使用された場合に起こっていた放電による待機時の電圧降下は、上記のように、印字作動が再開された時に、不要なインクを噴出したり、インク噴射が不安定になることの原因となっていた。そこで請求項13乃至23の構成では、そのような状態になる前に、定期的に待機時の電圧を元の状態に復帰させる構成を提供するものである。待機状態に復帰させるために、前記スイッチング装置を利用し、該装置に初期化装置を設けることで、待機状態にある変形装置に一定周期で電圧を印加する。請求項13のインクジェット記録装置の構成は、駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、所定の周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させるための初期化装置を、前記スイッチング装置に設けることを特徴としている。

【0028】このように再充電のためだけにわざわざ別の回路構成を設けたりせず、既存の構成を利用し、そこに初期化装置を設けるといった簡単な構成だけで、常に全ての変形装置が待機状態を維持できるようになる。それによって、不要なインク噴射を防ぎ、且つ安定したイ



ンク噴射特性を維持できるようになる。上記初期化装置は、特定の回路で構成されるものであっても良いが、ソフトウェアによるコントロールで稼働できる構成であっても良いことは言うまでもない（他の各請求項についても同じ）。

【0029】上記構成は、上述したように、変形装置の変形によって、インクのノズルメニスカスを変動させて、インクを噴射する構成の場合であるが、その変形によって、通常は、圧力室内部に充填されたインクに加わる圧力も変動することになる。請求項14の構成は、そのような圧力の変動に対応した請求項13の構成と同様な構成につき提案したもので、その具体的な構成は、駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、内部に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、所定の周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させるための初期化装置を、前記スイッチング装置に設けることを特徴としている。

【0030】同様なことは、変形装置の変形によって、インクの充填された圧力室の内部容積を変動せしめる場合についても言え、請求項15の構成は、そのような内部容積の変動に対応した請求項13の構成と同様な構成につき提案したもので、その具体的な構成は、駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により、インクの充填された内部容積を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、所定の周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させるための初期化装置を、前記スイッチング装置に設けることを特徴としている。

【0031】これらの具体的構成として、請求項16では、スイッチング装置として、複数の駆動波形から1つを選択可能な多入力出力のアナログスイッチング素子を有し、前記初期化装置により該アナログスイッチング素子の1つを強制的にONするようにする。それによって、変形装置を待機状態に復帰させることができるようになる。

【0032】また待機状態にある変形装置に一定周期で電圧を印加するために、請求項17では、印字データの入力がある毎に発せられる（一定周期で発せられる）ラッチパルスを利用し、前記初期化装置の起動を、該ラッチパルスに同期して行うことにする。それによって初期化装置用にわざわざ別の回路構成を設けなくても済むことになる。

【0033】更に請求項18で規定しているように、所

定の電圧に再充電することによって、前記変形装置を待機状態に復帰させることができるようになる。

【0034】請求項19から23までは、上述のように、請求項13乃至18の装置構成に対応するインクジェット記録方法の構成であり、請求項13と19、請求項14と20、請求項15と21、請求項16と22、請求項17と23、請求項18と23が各対応している。

【0035】請求項19は、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、インクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象にしており、また請求項20は、同様にして変形装置に変形があった場合に、圧力室内に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象にしており、更に請求項21は、同様にして変形装置に変形があった場合に、インクの充填された圧力室内の容積を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象にしており、これらの構成は何れも、所定の駆動周期毎に前記変形装置を待機状態に復帰させることを、その基本的特徴としている。

【0036】また前記請求項17と同様に、待機状態にある変形装置に一定周期で電圧を印加するために、請求項22では、印字データの入力がある毎に発せられる（一定周期で発せられる）ラッチパルスを利用し、前記初期化装置の起動を、該ラッチパルスに同期して行うことにしている。更に請求項23において、前記変形装置を待機状態に復帰させるとは、所定の電圧に再充電することであることを明らかにしている。

【0037】請求項24乃至47の構成は、上記第3の目的に対応するものであり、そのうち請求項24から35までの構成は、インクジェット記録装置の構成、又請求項36から47までは、上記装置の構成に対応するインクジェット記録方法の構成である。

【0038】中間調の階調数を増やすことを目的として、駆動波形の種類を増やしてドット毎の階調数を増やす場合、図9のような構成において、単純に階調数分の駆動波形発生回路とスイッチング素子を加えるだけでは、回路を構成する素子等をいたずらに増やすことになり、製造時の工数を増大させ、且つ生産コストを上昇してしまうことになる。そこで請求項24乃至47の構成では、供給される駆動波形の少なくとも1種類が一周内に複数のインク噴射が可能な波形を有し、その内の1つ若しくは複数を選択できるようにすることで、或いはその等価構成によって、必要以上に回路構成を付加することなく、階調数を増やせるようにするものである。請求項24のインクジェット記録装置の構成は、駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波

10

20

30

40

50



形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により内部に充填されたインクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、前記駆動波形供給装置から各変形装置に供給される駆動波形が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能なサブ波形を有しており、その内の1つ若しくは複数を前記スイッチング装置により選択できるようにすることを特徴としている。

【0039】即ち一駆動周期内に、サブ波形のどれか一つのみを供給しても良いし、これらのサブ波形を組み合わせさせて供給しても良く、更にそれら以外の他の駆動波形と組み合わせれば、中間階調数を比較的簡単な構成で増やすことができる。例えば図2(a)(b)(c)に示すような大粒量用、中粒量用及び小粒量用の駆動波形を用いることで、インク粒量を大、中、小3(小1+小2)、小2、小1の5つに設定することもできる。

【0040】上記構成は、上述したように、変形装置の変形によって、インクのノズルメニスカスを変動させて、インクを噴射する構成の場合であるが、その変形によって、通常は、圧力室内部に充填されたインクに加わる圧力も変動することになる。請求項28の構成は、そのような圧力の変動に対応した請求項24の構成と同様な構成につき提案したもので、その具体的な構成は、駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形により内部に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、振幅の異なる圧力変動が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能な振幅の圧力変動(サブ波形に相当する圧力変動であり、仮にこれをサブ圧力変動と言う)を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を前記スイッチング装置により設定できるようにすることを特徴としている。

【0041】同様なことは、変形装置の変形によって、インクの充填された圧力室内の容積を変動せしめる場合についても言え、請求項32の構成は、そのような内部容積の変動に対応した請求項24の構成と同様な構成につき提案したもので、その具体的な構成は、駆動波形を供給する駆動波形供給装置と、供給された駆動波形に応じて変形する変形装置と、印字データに応じて駆動波形を供給する変形装置を選択するスイッチング装置と、インクの供給を受け、前記変形装置の変形によりインクの充填された内部容積を変えることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室とを有すると共に、振幅の異なる内部容積変動が少なくとも2種類以上あり、その内

の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能な内部容積変動(サブ波形に相当する内部容積変動であり、仮にこれをサブ内部容積変動と言う)を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を前記スイッチング装置により設定できるようにすることを特徴としている。

【0042】また上記の構成は、サブ波形同士、或いはサブ圧力変動同士、若しくはサブ内部容積変動同士の間では、夫々が異なったインク噴射量となった方が、中間階調数を増やせることになる。そのため請求項24のサブ波形は、具体的には、請求項25のように、夫々異なったインク噴射量となるように設定された駆動波形である方が良い。

【0043】同様に請求項28の一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された圧力変動は、具体的には、請求項29のように、夫々異なったインク噴射量となるように振幅設定された圧力変動である方が望ましい。更に請求項32の一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された内部容積変動は、請求項33のように、夫々異なったインク噴射量となるように振幅の設定された内部容積変動である方がより良いことになる。

【0044】また上記いずれの構成でも、一周期内にインクの重ね打ち(連続噴射)を行う構成を含むことになるが、これらのインク噴射速度に大きな開きがあると、着弾位置精度が悪くなり、出力画像が乱されることになる。そのため請求項26、30及び34では、インク噴射速度の遅いものから順に、サブ波形、サブ圧力変動若しくはサブ内部容積変動をセットすることにし、インク粒子の着弾位置精度を向上させている。

【0045】噴射するインク量の大きなものは、一般的にインク噴射速度が大きく、逆はインク噴射速度が小さくなる。これは質量が大きいものの方が、同じ距離なら着弾位置に速く到達するからである。従って上記請求項26、30及び34の構成は、請求項27、31及び35のように、インク噴射量の少ないものから順に、サブ波形、サブ圧力変動若しくはサブ内部容積変動をセットする構成としても、同じ結果が得られることになる。この点にじみ等が生ずるのを避けるために、重ね打ち時に次第にインク噴射量を少なくして噴射せしめていた上記従来例とは、目的・構成及び効果とも根本的に異なることになる。

【0046】請求項36から47までは、上述のように、請求項24乃至35の装置構成に対応するインクジェット記録方法の構成であり、請求項24と36、請求項25と37、請求項26と38、請求項27と39、請求項28と40、請求項29と41、請求項30と42、請求項31と43、請求項32と44、請求項33と45、請求項34と46、請求項35と47が各対応している。

【0047】請求項36は、印字データに応じて駆動波

形を供給する変形装置を選択し、供給された駆動波形により該変形装置を変形せしめ、インクのノズルメニスカスを変動させることで、ノズルを介して該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象にしており、各変形装置に供給される駆動波形が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能なサブ波形を有しており、その内の1つ若しくは複数を選択可能にすることを特徴としている。

【0048】また請求項40は、同様にして変形装置に変形があった場合に、圧力室内に充填されたインクに加わる圧力を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象にしており、振幅の異なる圧力変動が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能な振幅の圧力変動（サブ圧力変動）を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を設定できるようにすることを特徴としている。

【0049】更に請求項44は、同様にして変形装置に変形があった場合に、インクの充填された圧力室内の容積を変えることで、該インクを噴射させるインクジェット記録方法を対象にしており、振れ幅の異なる内部容積変動が少なくとも2種類以上あり、その内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能な内部容積変動（サブ内部容積変動）を引き起こせるようにしており、その内の1つ若しくは複数を設定できるようにすることを特徴としている。

【0050】また上記の構成は、サブ波形同士、或いはサブ圧力変動同士、若しくはサブ内部容積変動同士の間では、夫々が異なったインク噴射量となった方が、中間階調数を増やせることになる。そのため請求項36のサブ波形は、具体的には、請求項37のように、夫々異なったインク噴射量となるように設定された駆動波形である方がよい。

【0051】同様に請求項40の一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された圧力変動は、具体的には、請求項41のように、夫々異なったインク噴射量となるように振幅設定された圧力変動である方が望ましい。更に請求項44の一駆動周期内の複数の期間に夫々設定された内部容積変動は、請求項45のように、夫々異なったインク噴射量となるように振れ幅の設定された内部容積変動である方がより良いことになる。

【0052】また上記いずれの構成でも、一周期内にインクの重ね打ち（連続噴射）を行う構成を含むことになるが、上述のように、これらのインク噴射速度に大きな開きがあると、着弾位置精度が悪くなり、出力画像が乱されることになる。そのため請求項38、42及び46では、インク噴射速度の遅いものから順に、サブ波形、サブ圧力変動若しくはサブ内部容積変動をセットするこ

とにし、インク粒子の着弾位置精度を向上させている。

【0053】噴射するインク量に応じて、インク噴射速度が異なることは上述の通りである。従って上記請求項39、43及び47の構成は、請求項38、42及び46のように、インク噴射量の少ないものから順に、サブ波形、サブ圧力変動若しくはサブ内部容積変動をセットする構成としても、同じ結果が得られることになる。

【0054】上述のように、前記変形装置は、例えば圧電素子等が相当することになるが、もちろんこれに限定されるものではなく、適当な電圧等の負荷をかけることで、伸縮や剪断変形等の変形、或いはバイモルフ効果による湾曲変形等を生ずるものであれば、どのようなものでも構わない。

【0055】また本構成のインクジェット記録装置及びインクジェット記録方法は、インクジェットプリンタの構成だけに適用されるものではなく、プロッタ、ファクシミリや複写機等、インクを噴出せしめて紙に記録できる構成のものならば、どのような構成にも適用できることは言うまでもない。

【0056】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態につき、説明する。

〔実施例1〕図9は、多値階調を行うインクジェットプリンタの回路構成を示している。同図に示すように、駆動波形Vout1、Vout2、Vout3を出力する駆動波形供給装置に相当する回路1a、1b及び1cと、これらの駆動波形に応じて伸縮する圧電素子2a、2b及び2cからなる変形装置とを有すると共に、同図では、更に印字データに応じて駆動波形を供給する圧電素子2a、2b及び2cを選択するスイッチング素子3a、3b及び3cを備えたスイッチング装置3とが設けられている。該スイッチング装置3では、更にシフトレジスタ3d及びラッチ3eが備えられ、必要な圧電素子へ上記駆動波形のいずれかを供給できるようにしている。この他、上記圧電素子2a、2b及び2cの伸縮変形により内部に充填されたインクのノズルメニスカスを変動せしめることで、ノズルを介して該インクを噴出する圧力室（後述する図10における5で示されるものがそれに相当する）も装備されている。

【0057】前記図10(b)の駆動方式のヘッドでは、待機時も電圧を印加する必要がある。この場合、長時間に亘って電圧がかかるため、電圧へのストレスが大きくなり、且つ消費電力もそれに合わせて上昇することになる。そこで、図1(a)に示すような駆動周期の一周期内に変極点を2つ（乃至それ以上）有する駆動波形（以下心拍波形と言う）を用いることで、待機時の印加電圧を低く抑えることができるようになる。即ちこれまで大きな振幅を得ようとすれば、待機時の電圧から十分電圧を下げて急激に元の電圧に復帰させる、V字型の逆三角波形としていたため、待機時の電圧は高いものに設定され

ることになっていたが、このような心拍波形によれば、インク噴射時に待機時の電圧を超える大きな振幅が得られるため、十分なインク粒量制御が行えるようになり、従って待機時の印加電圧は、最大値（高い方の変極点電圧）より低く抑えることができるようになるのである。この駆動波形は、特に大粒子を噴射する場合の駆動波形に適している。

【0058】例えば4階調（0、1/3、2/3、3/3）の階調制御を行う場合は、図3(a)(b)(c)のように、最大粒量を心拍波形、中粒量と小粒量を三角波形とすると良い。ここで電圧変化のない平らな部分が待機状態であり、圧電素子2a、2b及び2cに接続されたスイッチング素子3a、3b及び3cは、この期間に切り替えを行うため、各波形の電圧レベルを、例えば同図の20Vというように、そろえておくことが望ましい。

【0059】【実施例2】図1(a)のような心拍波形の場合、待機状態では電圧素子2a、2b及び2cの両端電圧は中間レベルに維持する必要がある。従来使用されていたスイッチング素子は、図4(a)に示すように、FETであり、通常逆方向の寄生ダイオードがあるため、方方向の電流しか遮断できない。これでは上記した心拍波形の場合、電圧素子がピーク電圧まで充電されて保持されたままになる。そこで本発明の構成の場合、同図(b)のようなアナログのスイッチング素子を用いなければならない。

【0060】しかしこのアナログのスイッチング素子が用いられた場合、図5に示すように、長期にわたって印字に寄与しない圧電素子は、リーク電流により電圧が下がってしまう。このことは、上記のような心拍波形を用いない通常の駆動波形のみを供給している場合でも、該アナログのスイッチング素子を用いている限りは、同じである。この場合、次にインクを噴射するサイクルでスイッチング素子がONした瞬間に、急激に電圧が印加されて充電が行われると共に、不要なインク噴射が起こってしまう。

【0061】このため図6に示すように、前記スイッチング装置3に、シリアルデータSDATA用のラッチパルスLATCHをそのまま入力して、各スイッチング素子のVout1のスイッチングに使用されるOR回路4からなる初期化装置を設けている。このような構成により、図7に示すように、印字データSDATAの入力がある毎に発せられるラッチパルスLATCHに同期して、前記OR回路4が起動し、それによって待機時間中は各圧電素子2a、2b及び2cのVout1のスイッチが強制的にONとなるため、全ての圧電素子2a、2b及び2cが一定周期で待機状態の電圧まで再充電されることになる。この結果、圧電素子2a、2b及び2cの電圧抜けによる不要なインク噴射を防ぐことができるようになる。またこの手段は圧電素子が劣化して絶縁抵抗が低下してきた時に特に有効である。

10

20

30

40

50

【0062】【実施例3】図9の回路構成で階調数を増加させようとすると、駆動波形供給装置と各圧電素子に接続されたスイッチング素子とを増加させることで対応できる。しかし、この場合回路的に複雑になり、大幅なコストアップにもなってしまふ。そこで図2(c)に示すように、一駆動周期内にインク噴射可能な2種類の駆動波形を入れることで、階調数を増加させるようにしている。即ち、本構成の場合、図2に示すように、駆動波形が小粒子用、中粒子用及び大粒子用の3種類あり、その内の小粒子用の駆動波形が、図2(c)に示すように、一駆動周期を2つの期間に分割し、且つこれらの期間内にインク噴射が可能な小1及び小2のサブ波形を有した状態になっている。そしてこの例では、駆動波形供給装置の回路構成として、3系統の回路を持っているので、3種類のインク粒量を選択できる。これを図2(c)に示すように小粒子用の波形を2つのサブ波形に分割することで、前記スイッチング装置3により、4種類のインク粒量（大、中、小2、小1）を選択できるようにしている。図8は、階調数を増加させた場合の、駆動波形Vout1、Vout2、Vout3と、制御信号（SCLK、SDATA、LATCH）との関係を示すタイムチャートである。このように制御信号を2倍として制御用のファームを変更するだけで対応でき、回路規模を大きくすることがなく、従ってコストアップも殆どない。

【0063】またインク粒量を大=5、中=4、小=2、小1=1のように適当な重みづけをして、前記スイッチング装置3により、小1のサブ波形のみや小2のサブ波形のみを選択したり、小1及び小2のサブ波形を連続ONして、小1+小2のサブ波形の組み合わせを選択できるようにでき、更にこれら以外の他の駆動波形と組み合わせれば、中間階調数を、インク粒量として、大、中、小3（小1+小2）、小2、小1の5つに設定することもできるようになる。この時、小1+小2のインク粒子の着弾点がそろるように、インク速度の遅い波形（小1のサブ波形）を先にして噴射せしめると良い。

【0064】上記の例では、小粒子用の波形を複数の駆動波形として構成したが、中粒子用や大粒子用の波形をそのようにしても良いことは言うまでもない。また本構成において、大粒子用の波形として、前述の心拍波形を用いても良い。

【0065】

【発明の効果】以上説明した本発明の請求項1乃至12のインクジェット記録装置乃至記録方法によれば、駆動波形の少なくとも1種類が駆動周期の一周期内に変極点を2つ以上有するようにセットすること、或いは該一周期内で、前記圧力室内のインクの圧力変動の変極点が2つ以上になるように設定すること、或いは該一周期内で、前記圧力室の内部容積変動の変極点が2つ以上になるように設定することで、待機時に変形装置に印加する電圧を抑えて該装置へのストレスを低減し、且つ消費電

力も下げることが可能となると共に、インク噴射時には十分な振幅を得てインク粒量の制御性を確保することができるようになる。

【0066】また請求項13乃至23のインクジェット記録装置乃至記録方法によれば、再充電のためだけにわざわざ別の回路構成を設けたりせず、既存の構成を利用し、そこに初期化装置を設けるといった簡単な構成だけで、所定の周期毎に変形装置を待機状態に復帰させることができるようになる。そのため常に全ての変形装置が待機時に所定範囲内の電圧に維持され、不要なインク噴射を防ぎ、且つ安定したインク噴射特性を維持できるようになる。

【0067】その場合、印字データの入力がある毎に発生されるラッチパルスに同期して、変形装置を待機状態に復帰させるようにすれば、初期化用の特定の回路を用いなくても、変形装置に一定周期で電圧を印加することが可能となる。更に請求項24乃至47のインクジェット記録装置乃至記録方法によれば、2種類以上ある駆動波形の内の少なくとも1つが一駆動周期を複数の期間に分割し、且つ各期間内にインク噴射が可能なサブ波形を有しており、又は各期間内にインク噴射が可能な振幅の圧力変動を引き起こせるようにしており、或いは各期間内にインク噴射が可能な内部容積変動を引き起こせるようにしており、更にその内の1つ若しくは複数を選択乃至設定できるようにしたことにより、駆動波形供給装置とスイッチング素子等の余計な回路を増加させることなく階調数を増やすことができ、回路的に複雑にならずに、コストパフォーマンスの高い構成を提供することが可能となる。

【0068】また夫々異なったインク噴射量となるように上記波形設定、圧力変動の設定或いは内部容積変動の設定を行うことで、中間階調数を容易に増やせることに\*

\*なる。加えてインク噴射速度の遅いものから順に、或いはインク噴射量の少ないものから順に、一周内に複数設定される駆動波形、圧力変動若しくは内部容積変動をセットすることにより、インク粒子の着弾位置精度を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】心拍波形例を示す波形図である。

【図2】階調数を増加させた駆動波形例を示す波形図である。

10 【図3】心拍波形を含む階調波形の例を示す波形図である。

【図4】スイッチング素子の構成例を示す回路図である。

【図5】長期OFF後に不要噴射を起こすメカニズムを示すタイムチャートである。

【図6】再充電機能を追加した回路構成を示す回路図である。

【図7】再充電の効果を示すタイムチャートである。

20 【図8】階調数を増加させた場合の駆動波形と制御信号との関係を示すタイムチャートである。

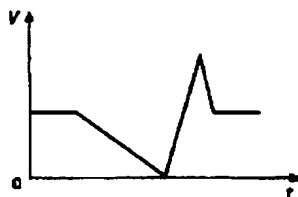
【図9】従来の多値駆動回路構成を示す回路図である。

【図10】駆動波形のインク噴射のメカニズムを示す説明図である。

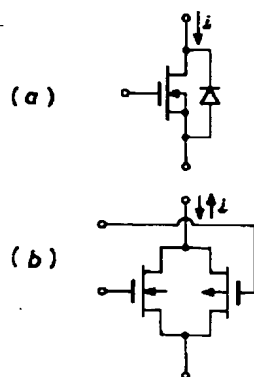
【符号の説明】

1 a、1 b、1 c	回路
2 a、2 b、2 c	圧電素子
3	スイッチング装置
3 a、3 b、3 c	スイッチング素子
3 d	シフトレジスタ
3 e	ラッチ
4	OR回路
5	圧力室

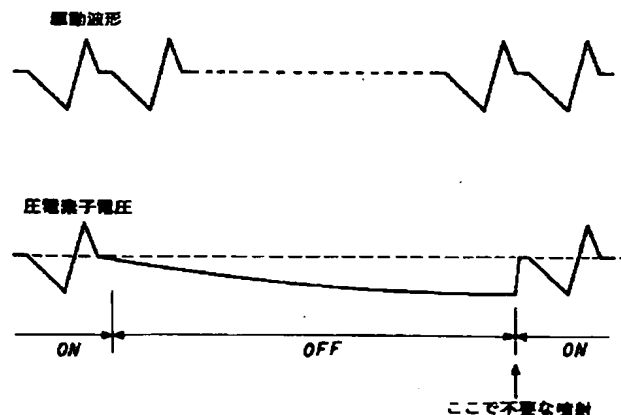
【図1】



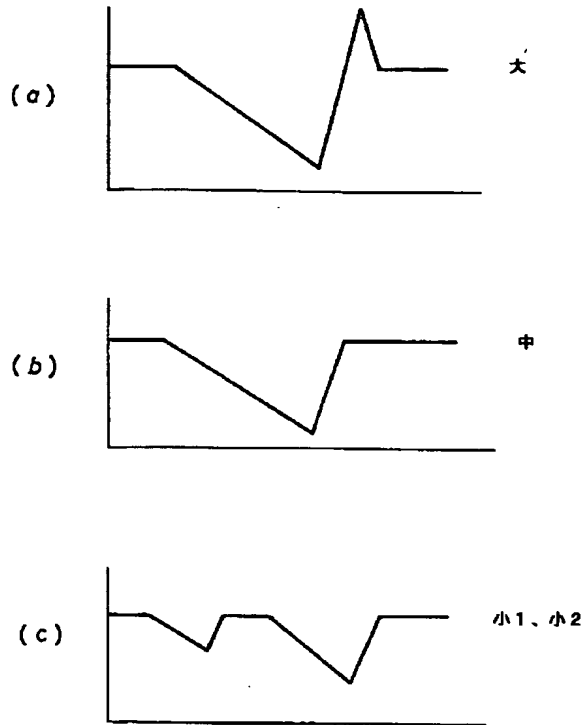
【図4】



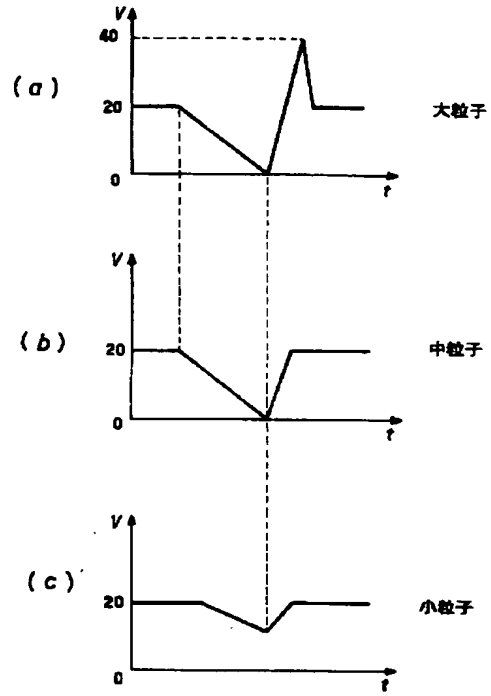
【図5】



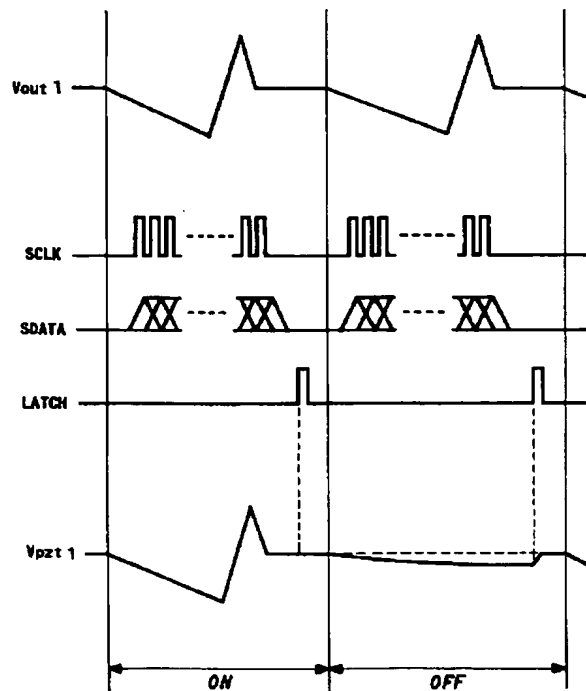
【図2】



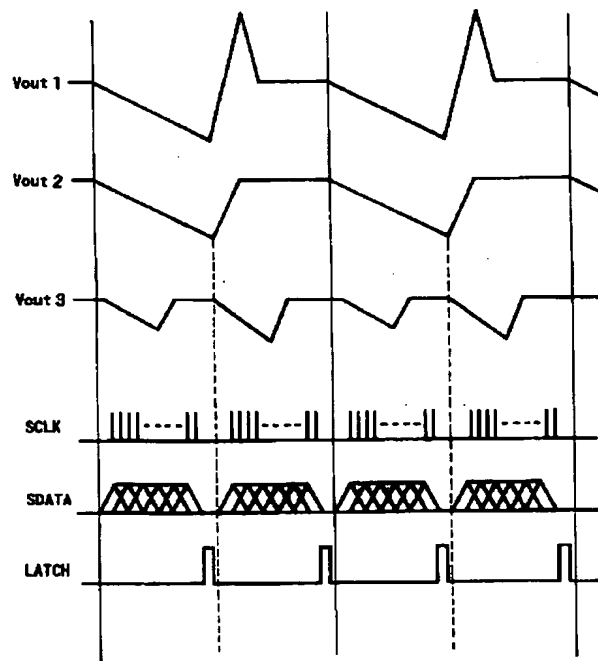
【図3】



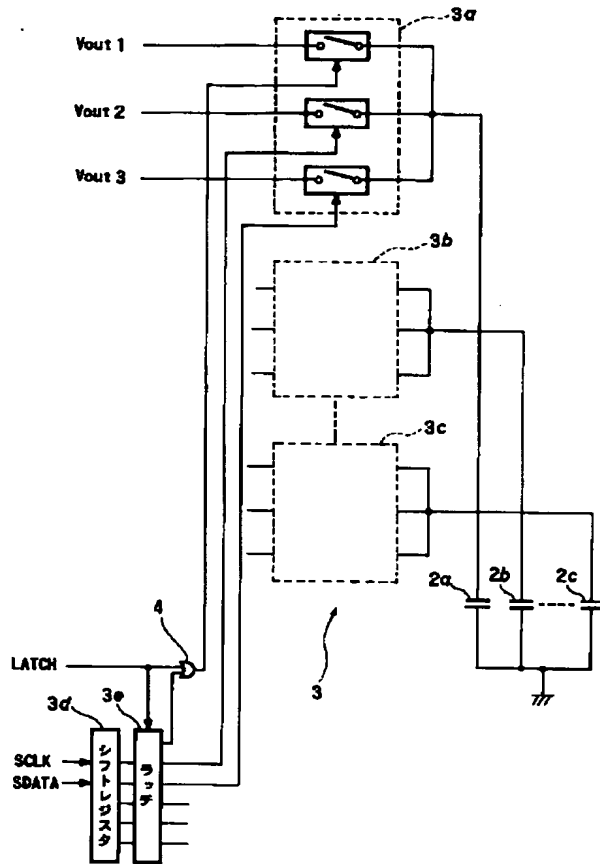
【図7】



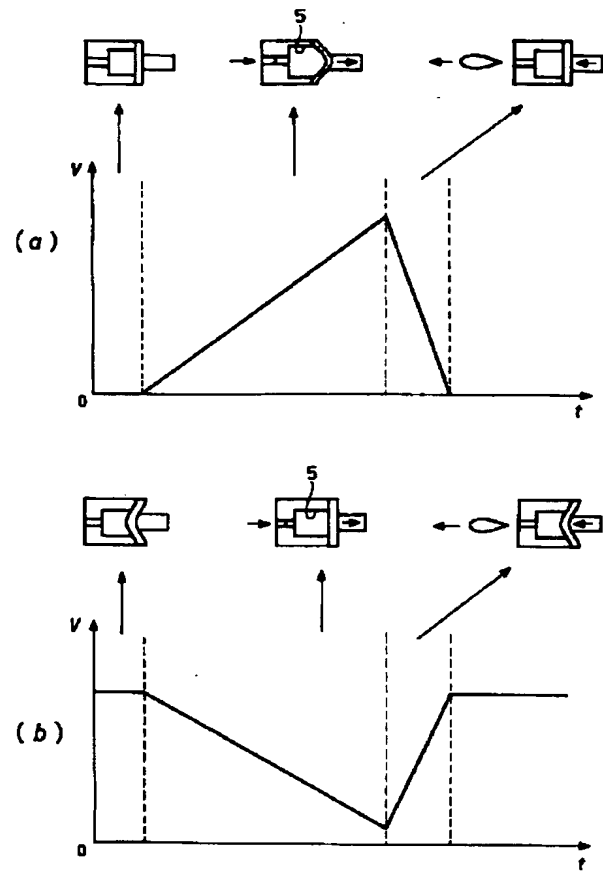
【図8】



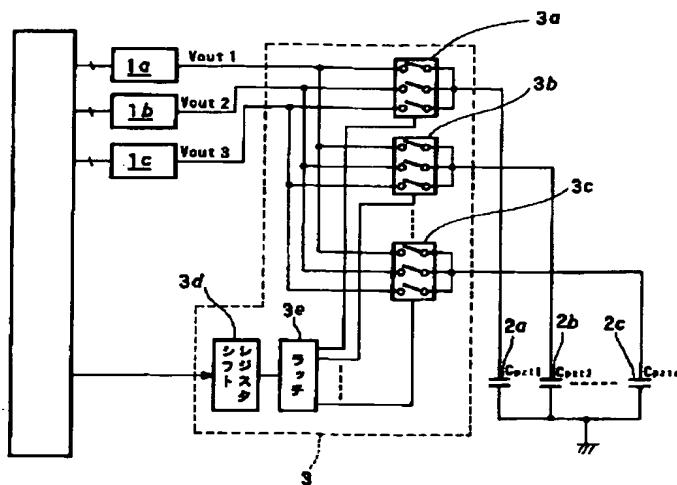
【図6】



【図10】



【図9】





US006270179B1

(12) **United States Patent**  
**Nou**

(10) **Patent No.: US 6,270,179 B1**  
 (45) **Date of Patent: Aug. 7, 2001**

(54) **INKJET PRINTING DEVICE AND METHOD**

(75) **Inventor: Hiroshi Nou, Atsugi (JP)**

(73) **Assignee: Fujitsu Limited, Kawasaki (JP)**

(\*) **Notice:** This patent issued on a continued prosecution application filed under 37 CFR 1.53(d), and is subject to the twenty year patent term provisions of 35 U.S.C. 154(a)(2).

Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) **Appl. No.: 09/199,567**

(22) **Filed: Nov. 25, 1998**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Jul. 31, 1998 (JP) ..... 10-217580

(51) **Int. Cl.<sup>7</sup> ..... B41J 29/38**

(52) **U.S. CL. .... 347/10; 347/9; 347/11**

(58) **Field of Search ..... 347/9, 10, 11**

(56) **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

5,894,242 \* 4/1999 Fujimoto ..... 347/11  
 5,980,015 \* 11/1999 Saruta ..... 347/11  
 5,984,448 \* 11/1999 Yanagawa ..... 347/10

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

61-177863 \* 8/1986 (JP) ..... 347/11

**OTHER PUBLICATIONS**

Patent Abstract of Japan No. 8-142338, dated Jun. 4, 1996.  
 Patent Abstract of Japan No. 7-052379, dated Feb. 28, 1995.  
 Patent Abstract of Japan No. 7-101051, dated Apr. 18, 1995.  
 Patent Abstract of Japan No. 6-218927, dated Aug. 9, 1994.  
 Patent Abstract of Japan No. 2-39946, dated Feb. 8, 1990.  
 Patent Abstract of Japan No. 5-16359, dated Jan. 26, 1993.  
 Patent Abstract of Japan No. 9-109390, dated Apr. 28, 1997.

\* cited by examiner

*Primary Examiner*—John Barlow

*Assistant Examiner*—An H. Do

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Armstrong, Westerman, Hattori, McLeland & Naughton, LLP

(57) **ABSTRACT**

In an inkjet printing device, at least two kinds of drive waveforms are selectively fed to each of piezoelectric elements for controlling an injection amount of ink to be jetted toward a print medium via a corresponding nozzle. One of the drive waveforms is in the form of a cardiac waveform which has two voltage changing points in one drive period thereof. At the voltage changing point, a sign of slope of voltage variation is inverted. In the cardiac waveform, a voltage at one of the voltage changing points is set lower than a standby voltage, while a voltage at the other voltage changing point is set higher than the standby voltage.

**57 Claims, 9 Drawing Sheets**

